

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: 85109886.3

Int. Cl.<sup>4</sup>: **C 02 F 1/46**

Anmeldetag: 06.08.85

Priorität: 20.08.84 DE 3430610

Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft, Berlin und München Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE)**

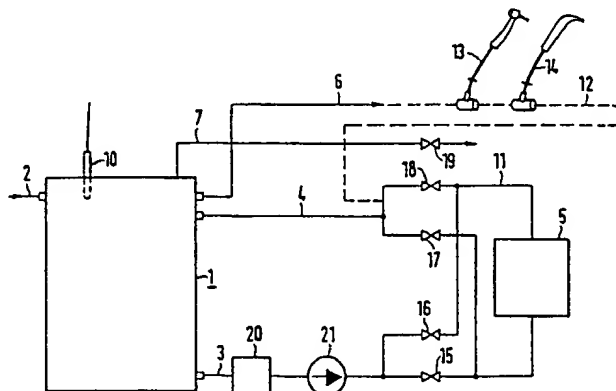
Veröffentlichungstag der Anmeldung: 26.03.86  
Patentblatt 86/13

Erfinder: **Hohmann, Eugen, Leimenberg 32, D-6140 Bensheim (DE)**  
 Erfinder: **Mund, Konrad, Dr., Langenbrucker Weg 10, D-8525 Uttenreuth (DE)**  
 Erfinder: **Weldlich, Erhard, Dr., Am Tennenbach 41, D-8521 Spardorf (DE)**

Benannte Vertragsstaaten: **AT CH DE FR IT LI SE**

**Verfahren und Vorrichtung zum Entkeimen und gleichzeitigen Enthärten von Leitungswasser.**

Zum Entkeimen und gleichzeitigen Enthärten von Leitungswasser, das insbesondere für den Gebrauch bei medizinischen Geräten bestimmt ist, wird erfindungsgemäß ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem das zu behandelnde Wasser zunächst in einen Speicher (1) geleitet, von dort aus durch eine an Spannung liegende, nach dem Prinzip der elektrolytischen Dissoziation arbeitenden Zelle (5) hindurchgeleitet und anschließend wieder zurück in den Speicher (1) geleitet wird. Eine Umwälzeinrichtung (21) sorgt dafür, daß der Speicherinhalt ständig in der vorbeschriebenen Weise über die Zelle (5) umgewälzt wird. In bestimmten Zeitintervallen wird sowohl die Flußrichtung des Wassers durch die Zelle (5) als auch deren Spannungspolarität umgepolt.



Siemens Aktiengesellschaft  
Berlin und München

Unser Zeichen  
VPA **MP 3336 E**

5 Verfahren und Vorrichtung zum Entkeimen und gleich-  
zeitigen Enthärten von Leitungswasser

Bei medizinischen, insbesondere zahnmedizinischen,  
Geräten entnimmt man das für bestimmte Anwendungen,  
10 wie Kühlung und Reinigung der Präparationsstelle,  
Mundspülung und Spülung von Speibecken, notwendige  
Nutzwasser normalerweise aus dem öffentlichen Leitungs-  
netz. Die Entnahmemengen liegen, nachdem die angeschlos-  
senen Verbraucher (Handstücke, Spritzen, Spei- und  
15 Spüleinrichtungen) an sich schon einen relativ geringen,  
im Bereich ml/min liegenden Verbrauch haben, und die  
Entnahme außerdem diskontinuierlich ist, bei einigen  
wenigen Litern/Tag, bei zahnärztlichen Geräten bei-  
spielsweise bei etwa 5 l/Tag.

20

Die Problematik der Entkeimung des Wassers entsteht  
hauptsächlich dadurch, daß das Wasser, bevor es den Ver-  
brauchern zugeführt wird, erwärmt wird. Bei zahnärztli-  
chen Behandlungsinstrumenten wird beispielsweise, um  
25 Kältereize zu vermeiden, das Wasser etwa auf Körper-  
temperatur erwärmt. Da der überwiegende Teil der Ver-  
bindungsleitungen und der Schaltmittel innerhalb der  
Geräte aus Kunststoff besteht, finden bereits mit der  
Zufuhr des Frischwassers in das Gerät gelangende oder  
30 anderweitig eindringende Bakterien im Geräteinneren und  
in den Leitungen ideale Vermehrungsbedingungen vor. Die  
Folge davon sind unkontrollierbare Keimverschleppungen.  
Das Eindringen von Keimen und Bakterien ist insbesondere  
durch die heute üblichen, sogenannten Rücksaugvorrich-  
35 tungen begünstigt, welche vorgesehen sind, um ein Nach-  
tropfen des an den Instrumenten austretenden Wassers zu

- verhindern. Bei Ausschalten des jeweils benutzten Instruments wird nämlich ein Teil des im Instrument und in dessen Anschlußschlauch befindlichen Wassers in das Gerät zurückgesaugt. Dieser Rücksaugeffekt hat jedoch zur Folge, daß aus der Mundhöhle, mit der das Instrument während einer Behandlung in Kontakt kommt, Bakterien mit angesaugt und in das Geräteinnere gelangen können.
- 10 Ein weiteres Problem tritt auf bei Verwendung von Leitungswasser mit relativ hoher Wasserhärte. Das aus dem öffentlichen Wasserleitungsnetz entnehmbare Trinkwasser weist häufig eine relativ hohe Härte auf; damit verbunden ist eine erhöhte Kalkabscheidung, die insbesondere bei empfindlichen Geräten und Apparaturen zu Funktionsstörungen durch Zusetzen der Leitungen, Verstopfen von Düsen usw. führen kann. Dies ist insbesondere bei Bohrantrieben mit Kühlung der Präparationsstelle von Bedeutung, denn wenn keine ausreichende
- 20 Kühlung des Behandlungsobjektes (Zahn) mehr gewährleistet ist, können unzulässig hohe Temperaturen am Behandlungsobjekt entstehen, die bei menschlichen Geweben zur Koagulation des Eiweißes führen, wodurch sich Toxine bilden, die letztlich ein Absterben des Zahnnerves bewirken.
- 25

Der in den Ansprüchen 1 und 2 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit denen sich die vorstehend erläuterten Probleme beseitigen lassen, mit denen sich also auch relativ hartes Leitungswasser weitgehend keimfrei einsetzen läßt, ohne daß die oben erläuterten störenden Effekte auftreten.

30

Nachfolgend werden das Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens näher beschrieben. Es zeigen:

5       Figur 1 eine Prinzipdarstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit der zugehörigen hydraulischen Schaltung,

10       Figur 2 eine vereinfachte Darstellung des elektrischen Schaltbildes,

15       Figur 3 einen Längsschnitt durch die in Figur 1 schematisch dargestellte elektrolytische Zelle.

20       Figur 1 zeigt den Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung anhand einer Prinzipdarstellung. An einen in sich geschlossenen, als Wasserspeicher dienenden Behälter 1 mit einem Behältervolumen von etwa 0,5 bis 2 dm<sup>3</sup> sind mittels geeigneter Anschlüsse eine Netz-

25       wasserleitung 2, eine zu einer elektrolytischen Zelle 5 führende Leitung 3, eine Rückleitung 4 von der Zelle 5, eine zu diversen Verbrauchern 13 und 14 führende Leitung 6 sowie eine Entlüftungsleitung 7 angeschlossen.

30       Der von der elektrolytischen Zelle 5 wegführende Leitungsabschnitt 11 ist entweder mit der zum Behälter 1 führenden Rückleitung 4 verbunden, oder, als Alternativlösung, mit einem in der Darstellung gestrichelt eingezeichneten Leitungsabschnitt 12 verbunden, der mit der

35       Leitung 6 eine Ringleitung bildet, an der die diversen Verbraucher, wie z.B. ein Bohrinstrument 13 oder eine Spritze 14, abgegriffen werden können. Die Ringleitung 6, 12 bildet in diesem Falle dann die Rückleitung zum Behälter 1. Mit 10 ist eine Füllstandssonde in Form

z.B. einer elektronischen Leitwertsonde bezeichnet,  
mit der ein in der Leitung 7 angeordnetes Entlüftungs-  
ventil 19 zur Entlüftung des Behälters 1 geschaltet  
werden kann. Magnetventile 15 bis 18 dienen zur Steue-  
5 rung des durch die elektrolytische Zelle 5 fließenden  
Wassers, das Ventil 19, wie bereits erwähnt, zur Ent-  
lüftung des Behälters 1.

Der Behälterinhalt wird nach Filterung in einem Filter  
10 20 mittels einer Umwälzpumpe 21 über die jeweils ge-  
öffneten Ventile 15 und 18 durch die elektrolytische  
Zelle 5, von dort entweder über die Leitungen 11 und 4  
oder über die Ringleitung 12, 6 zurück in den Behälter 1  
gepumpt. Die Umwälzmenge beträgt etwa 200 bis 500 ml/min.  
15 Das an den Verbrauchern 13, 14 entnommene Wasser, wel-  
ches im Bereich von einigen zehn bis maximal einigen  
hundert ml/min liegt, wird automatisch über den Netz-  
anschluß 2 aus der Netzwasserleitung wieder nachge-  
füllt. Nach einer gewissen Zeit werden sowohl die Polari-  
20 tät der Zellenspannung als auch die Durchflußrichtung  
des Wassers durch die Zelle umgepolt. Die Ablaufsteue-  
rung wird anhand Figur 2 näher erläutert.

Die elektrolytische Zelle 5 wird von einer aus dem  
25 elektrischen Netz (über Netzschalter 42) gespeisten  
Steuerelektronik 22 mit der notwendigen Spannung ver-  
sorgt. Eine zentrale Steuereinheit 23, welche vorteil-  
hafterweise einen Mikroprozessor enthalten kann, steuert  
zwei Relais 24, 25. Mittels des Relais 24 wird ein Um-  
30 schaltwerk, bestehend aus den Schaltern 26 bis 28, be-  
tätigt, wobei mit dem Schalter 26 die Magnetventile 15,  
18 bzw. 16, 17 eingeschaltet werden und damit die Strö-  
mungsrichtung des Wassers durch die elektrolytische

Zelle 5 (s. Figur 1) umgekehrt wird und mittels der

Schalter 27 und 28 die Polarität der elektrolytischen Zelle umgepolt wird. Mit dem Relais 25 wird ein Schalter 29 betätigt, mit dem das Entlüftungsventil 19 geschaltet wird.

5

Figur 3 zeigt den Aufbau der elektrolytischen Zelle 5. Ein im Querschnitt rechteckiges Gehäuse 30 aus Isoliermaterial mit den Abmessungen 150 x 100 x 30 mm (B x H x T) bildet einen Hohlraum 31, welcher durch eine längs eingespannte, Ionen leitende Membran 32 in einen Anolytraum 33 und einen Katholytraum 34 unterteilt ist. Die Membran 32 besteht vorzugsweise aus sulfoniertem Polytetrafluoräthylen und kann als Kationenaustauschermembran bezeichnet werden. Im Anolytraum 33 ist eine Anode 35, im Katholytraum 34 eine Kathode 36 angeordnet. Anode und Kathode sind plattenförmig ausgebildet und bestehen aus gleichem Material, vorzugsweise aus aktiviertem Titan. Sie können auch aus Platinblech mit einem oder mehreren aufgepunkteten Netzen aus Platin oder aus Platin und Iridium bestehen. Anstelle der Netze können auch Streckmetalle aus Titan oder Tantal eingesetzt werden, die mit Platinmohr oder Platin- und Rutheniumoxid belegt sind. Vorteilhaft ist es auch, gegen Chlor beständige poröse Metalle, wie Raney-Platin und porösen Titanschwamm, oder gesinterte Metalle, die gegebenenfalls mit Edelmetallkatalysatoren belegt sind, als Elektrodenmaterial einzusetzen. Die Elektrodenfläche liegt vorteilhafterweise zwischen 50 und 250cm<sup>2</sup>.

30 Mit 37 ist ein Turbulenzgitter bezeichnet, welches in den beiden Räumen 33, 34 eingebracht ist und dazu dienen soll, die Wasserströmung in einen Turbulenzzustand zu versetzen. Als Material ist zweckmäßigerweise ein chemikalienbeständiges Gewebe, z.B. aus Teflon, vorgesehen. Das Turbulenzgitter 37 kann entfallen, wenn

die Elektroden aus Streckmetall bestehen, da durch deren geometrischen Aufbau bereits die notwendige Verwirbelung erzielt wird. Der Elektrodenabstand liegt bei 0,3 bis 1 mm.

5

Der Anolytraum 33 ist über einen Verbindungskanal 38 mit dem Katholytraum 34 verbunden, wodurch die in Pfeilrichtung über den Kanal 39 aus der Zuleitung 3  
10 einströmende Flüssigkeit nach Durchgang durch den Anolytraum in den Katholytraum übertreten kann. Die Flüssigkeit wird nach Durchströmen der Zelle 5 mittels des am Auslaßkanal 40 angeschlossenen Leitungsschnittes 11 entweder über die Rückleitung 4 oder über  
15 die Ringleitung 12, 6 in den Behälter 1 geleitet.

In der ständigen Umwälzung des Wassers aus dem Behälter 1 über die elektrolytische Zelle 5 liegt die Besonderheit des Verfahrens. Die in der durchlaufenden Flüssigkeit enthaltenen Keime werden im Anolytraum der Zelle abgetötet. Der Abtötungsvorgang beruht auf Effekten, welche durch die elektrolytische Dissoziation hervorgerufen werden. Im einzelnen sind dies

25

- direkte Oxidation der Keime durch Elektronenentzug bei Kontakt mit der Anodenfläche der Elektrode,
- indirekte Oxidation der Keime durch naszierenden  
30 Sauerstoff,
- Oxidation der Keime durch freies Chlor.

Die Härtereduzierung, d.h. die Karbonatabscheidung,  
35 läuft im Katholytraum der Zelle ab, wobei durch Ver-

ringerung der  $H^+$ -Ionenkonzentration an der Kathodentrennschicht eine pH-Wert-Veränderung in Richtung Alkalisierung eintritt, wodurch (unter Bildung von Wasserstoff) das Kalziumkarbonat ausfällt.

5

Die Trennung des Elektrodenraumes mit einem Ionen durchlässigen Diaphragma und die Verwendung von Turbulenzgittern in dem so abgeteilten Anolyt- und Katholytraum erhöht den Wirkungsgrad der elektrolytischen Zelle. Verwendet man als Trennwand ein Gewebe, so muß dessen Maschenweite um ein Vielfaches kleiner gewählt werden als die des Turbulenzgitters.

10

Die durch die Wasserstoffentwicklung im Katholytraum der Zelle gebildeten Gase, die mit zunehmender Einschalt-  
15 dauer sich im Behälter 1 ansammeln, würden das Speichervolumen des Behälters zunehmend reduzieren. Um dies zu verhindern, wird über die Füllstandssonde 10 bei Absinken eines bestimmten Füllstandes das Entlüftungs-  
20 ventil 19 kurzzeitig eingeschaltet, um die sich ansammelnden Gase nach außen abführen zu können. Ein entsprechender Steuerungsbefehl wird über die Steuerleitung 41 (Figur 2) an die Steuerelektronik 23 gegeben.

25

Neben der Füllstandsregelung bewirkt die Steuereinrichtung 23 auch eine Zeitintervallsteuerung für das Umschalten der Magnetventilgruppen 15, 18 einerseits und 16, 17 andererseits sowie die bereits geschilderte Polaritätsumschaltung an der elektrolytischen Zelle.

30

Diese Fluß- und Polaritätsänderung ist notwendig, um die Kalziumkarbonatablagerung an der Kathoden-Elektrode in Lösung zu überführen.



0175123

- 8 -

VPA **84P3336 E**

Die Umschaltzeitintervalle werden von der jeweils vor-  
liegenden Wasserhärte bestimmt. Vorteilhafterweise  
wird anhand der Wasserhärte der Zeitintervall be-  
stimmt. Bei sehr großen Wasserhärten liegt der Zeit-  
5 intervall relativ kurz, z.B. bei etwa 60 min, bei  
geringeren Wasserhärten können die Zeitintervalle  
doppelt so lange angesetzt werden.

Die Stromdichte, mit der die Zelle betrieben wird,  
10 liegt bei etwa 5 bis 50 mA/cm<sup>2</sup> Elektrodenfläche, vor-  
zugsweise bei etwa 20 mA/cm<sup>2</sup> Elektrodenfläche.

17 Patentansprüche

3 Figuren

Patentansprüche

1. Verfahren zum Entkeimen und gleichzeitigen Enthärten von Wasser, welches dem Wasserleitungsnetz in Mengen von einigen wenigen Litern/Tag entnommen und bei diskontinuierlicher Entnahme diversen Verbrauchern (13, 14) zugeführt wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das zu behandelnde Wasser vor Entnahme einem Speicher (1) zugeführt und von dort aus über eine nach dem Prinzip der elektrolytischen Dissoziation arbeitenden Zelle (5) umgewälzt wird und daß in bestimmten Zeitintervallen sowohl die Flußrichtung des Wassers durch die Zelle (5) als auch die Spannungspolarität der Zelle umgepolt werden.
2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
- a) einen geschlossenen Behälter (1) mit einem Speichervolumen von etwa 0,5 bis 2 dm<sup>3</sup>, vorzugsweise 1 dm<sup>3</sup>, mit Anschluß an die Netzwasserleitung (2) sowie an eine Zu- und Rücklaufleitung (3, 11, 4),
- b) eine zwischen Zu- und Rücklaufleitung (3, 11, 4) geschaltete, eine Anode (35) und Kathode (36) aufweisende, an Gleichspannung anschließbare elektrolytische Zelle (5), welche mittels einer elektrischen Steuereinrichtung (22) mit einer Stromdichte von etwa 5 bis 50, vorzugsweise 20 mA/cm<sup>2</sup> Elektrodenfläche betrieben wird,
- c) eine Umwälzeinrichtung (21), welche das Wasser aus dem Behälter (1) über die Zelle (5) umwälzt,

- d) Steuerventile (15, 18; 16, 17; 19), welche wechselseitig den Leitungsabschnitt (4) zur Zelle (5) mit deren Ausgang (40) und den Leitungsabschnitt (11) von der Zelle (5) mit deren Eingang (39) und umgekehrt verbinden und den Behälter (1) entlüften,
- e) eine Schaltungsanordnung (23) zur Ansteuerung der Ventile (15 bis 19) und der elektrolytischen Zelle (5).

10

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (1) einen Meßfühler (10) enthält, welcher ein Entlüftungsventil (19) zur Entlüftung des Behälters (1) betätigt.

15

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Meßfühler eine elektronische Leitwertmeßsonde (10) vorgesehen ist.

20

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein von einer Steuerelektronik (22) geschaltetes Umschaltwerk (26 bis 28) vorhanden ist, mit dem einerseits die Polarität der Zelle (5) gewechselt und andererseits die Ventile (15 bis 18) im Sinne einer Änderung der Durchflußrichtung des Wassers durch die Zelle (5) geschaltet werden.

30 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine zentrale Steuereinrichtung (23) vorhanden ist, welche die Umschaltzeitintervalle für das Umschaltwerk entsprechend der Wasserhärte bestimmt

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
die elektrolytische Zelle (5) ein im Querschnitt recht-  
eckiges Gehäuse (30) enthält, welches einen Hohlraum  
5 (31) bildet, in dem zwei im Abstand von einigen Milli-  
metern angeordnete, eine Anode und eine Kathode bilden-  
de Elektroden (35, 36) einander gegenüberstehen, daß  
zwischen den beiden Elektroden eine ionenleitende Trenn-  
wand (32) vorhanden ist, die den Hohlraum (31) in einen  
10 die Anode aufnehmenden Anolytraum (33) und in einen die  
Kathode (36) aufnehmenden Katholytraum (34) unterteilt,  
daß Anoden- und Kathodenraum an der einen Stirnseite  
durch einen Strömungskanal (38) miteinander verbunden  
sind und an der anderen Stirnseite je einen Anschluß  
15 (39, 40) aufweisen, wobei der der Anode benachbarte  
Anschluß den Eingang und der andere Anschluß (40) den  
Ausgang der Zelle (5) bilden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, d a d u r c h  
20 g e k e n n z e i c h n e t , daß Anoden- und Katho-  
denraum (33, 34) der elektrolytischen Zelle (5) durch  
eine Kationenaustauschermembran (32) voneinander ge-  
trennt sind.

25 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß der Strömungswider-  
stand der Membran (32) groß ist gegenüber demjenigen  
von Anoden- und Kathodenraum (33, 34).

30 10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Membran (32)  
aus sulfoniertem Polytetrafluoräthylen besteht.

11. Vorrichtung nach Anspruch 7, d a d u r c h  
35 g e k e n n z e i c h n e t , daß die Elektroden (35,  
36) porös sind und den Anoden- bzw. Kathodenraum aus-  
füllen.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Elektroden (35, 36) aus aktiviertem Titan bestehen,  
vorzugsweise in Form eines Netzes oder Streckmetalles.

5

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Elektroden (35,  
36) mit Edelmetallen aktiviert sind.

10 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 13,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Elektroden (35, 36) Elektrokatalysatoren enthalten.

15 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
Anoden- und Kathodenraum (33, 34) mit einem Turbulenz-  
gitter (37) versehen sind.

20 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 15,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die wirksame Elektrodenfläche 20 bis 200 cm<sup>2</sup>, vorzugs-  
weise 100 cm<sup>2</sup> beträgt.

25 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 16,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Verbraucher (13, 14) an einer Ringleitung (6, 12) abge-  
griffen werden, die mit der Rücklaufleitung (11) ver-  
bunden ist und in den Behälter (1) mündet.

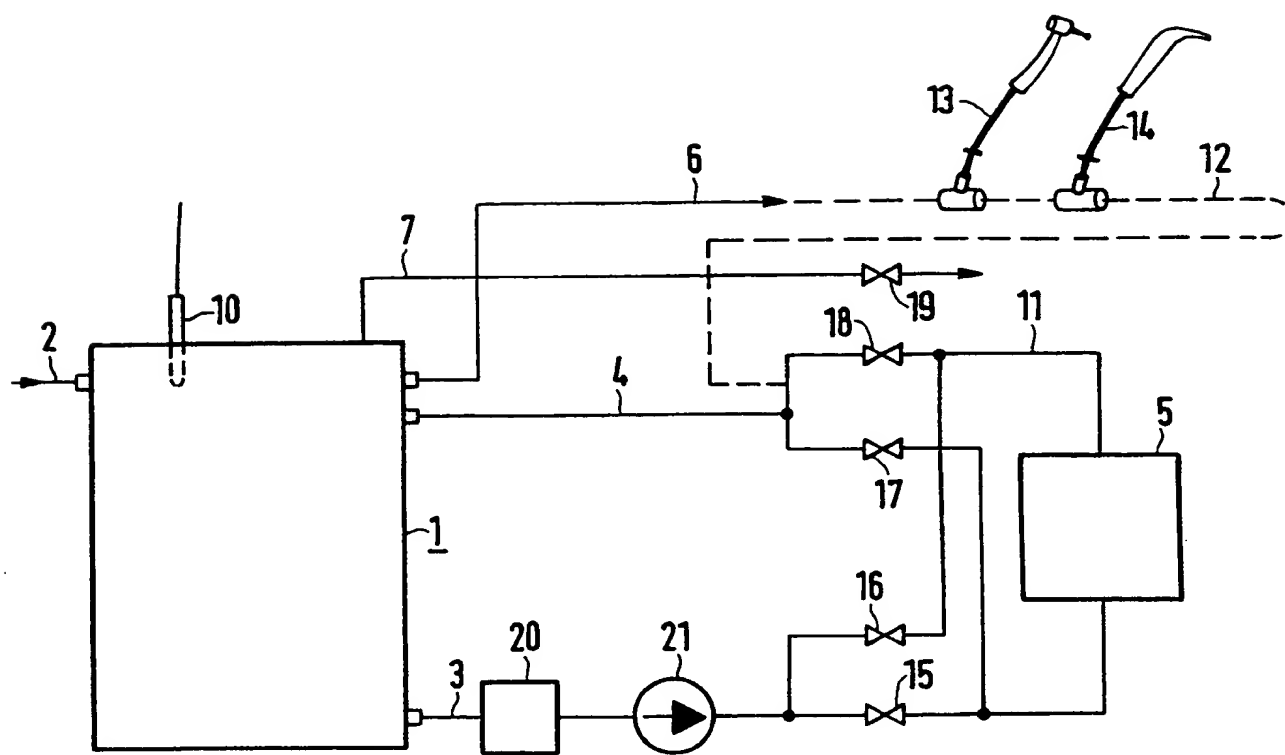


FIG 1

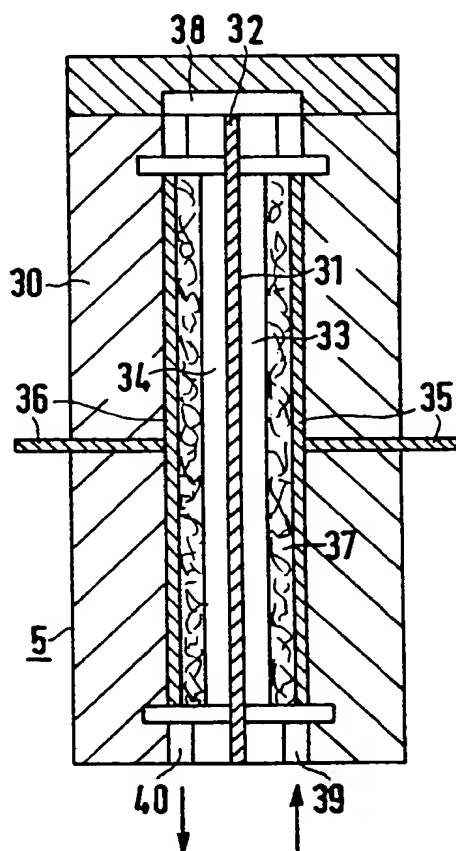


FIG 3



